

## اثر تراکم و بستر کشت بر صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا در کشت هیدروپونیک

عبداله مشهدی جعفرلو<sup>۱</sup>، شهید هناره<sup>۲\*</sup> و عباس صمدی<sup>۳</sup>

- ۱- کارشناس ارشد، سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی
- ۲- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
- ۳- استاد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۷)

### چکیده

به منظور تعیین اثر تراکم و بستر کشت بر رشد، عملکرد و صفات کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه، تراکم کشت در دو تراکم ۱۰ و ۲۰ گیاه در مترمربع و بستر کشت شامل کوکوپیت، پرلیت، نسبت‌های کوکوپیت و پرلیت (۱:۱)، کوکوپیت و پرلیت (۱:۳)، کوکوپیت و پرلیت (۳:۱) بود. نتایج نشان داد که تعداد برگ، سطح برگ، تعداد طوقه، تعداد گل و تعداد میوه در بوته، مواد جامد محلول میوه، pH میوه، درصد ماده خشک ریشه و عملکرد بوته در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۲۰ بوته افزایش و تعداد روز تا گل‌دهی کاهش معنی‌داری داشتند. عملکرد در مترمربع در دو تراکم کشت اختلاف معنی‌داری نشان نداد. نوع بستر کشت بر سطح برگ، تعداد ریشه در بوته، درصد ماده خشک اندام‌های هوایی و ریشه، مواد جامد محلول میوه، اسیدیته قایل تیترومی و عملکرد در مترمربع اثر معنی‌داری داشت. بیشترین و کمترین عملکرد با ۱/۸۷ و ۱/۱۷ کیلوگرم در مترمربع به ترتیب از کوکوپیت خالص و پرلیت خالص حاصل شد.

**کلمات کلیدی:** پرلیت، عملکرد، کشت بدون خاک، کوکوپیت

## مقدمه

و همکاران، ۲۰۰۱). بستر کشت بعنوان نگهدارنده گیاه و محافظ ریشه‌ها، نقش مهم و تامین کننده مواد غذایی و اکسیژن را برای فعالیت‌های گیاهی دارد، بطوریکه روی تولید سیستم ریشه‌ای اثر مستقیم داشته، لذا تغذیه آب و مواد معدنی گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بدنال آن فعالیت‌های متابولیکی کل گیاه تحت تاثیر قرار می‌گیرند (جبارزاده، ۱۳۸۴). امروزه در کشت هیدروپونیک از مواد آلی و معدنی مختلفی بعنوان بستر کاشت به صورت تکی و یا مخلوط با یکدیگر استفاده می‌گردد. هر یک از این مواد دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند. بطور کلی، موادی که بعنوان بستر کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرند باید از ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی بالا، تهویه کافی، زهکشی مناسب و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا برخوردار بوده و همچنین نباید هیچگونه تاثیر سوء و مضر برای گیاه داشته باشند (مجیدی<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان بستر کشت، اثرات مستقیم و غیر مستقیمی روی رشد و تولید محصول می‌گذارد و انتخاب بستر مناسب یکی از مهمترین عوامل موثر در موفقیت تولید در کشت بدون خاک است (افشاری‌پور و روستا، ۲۰۱۰). از بسترهای کشت که به وفور مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به کوکوپیت و پرلیت

توت‌فرنگی زراعی (*Fragaria ananassa* Duch.) در دامنه وسیعی از آب و هوا، از مناطق معتدله تا گرمسیری رشد می‌کند (رسول‌زادگان، ۱۳۷۰). از لحاظ ارزش غذایی منبع بسیار خوبی از ویتامین C، پتاسیم و سلولز است. به علت وجود آنتی‌اکسیدان‌هایی از جمله اسید فولیک و فلاونول‌ها در این میوه و نقش این گروه از مواد غذایی در پیشگیری از بیماری‌های خطرناک مانند سرطان‌ها، ارزش مصرف این میوه را چندین برابر نموده است (مارینو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). تنوع اقلیمی متفاوت در کشور و امکان کشت و پرورش گلخانه‌ای، قابلیت تولید این محصول در تمامی فصول سال را امکان‌پذیر نموده است. با استفاده از امکانات و تکنولوژی گلخانه‌ای می‌توان اقدام به پیش‌رسی و تولید خارج از فصل محصول نمود (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰).

کشت هیدروپونیک به علت داشتن مزایای زیاد به سرعت در حال توسعه می‌باشد. وجود مزیت‌هایی نظیر کنترل تغذیه گیاه، امکان افزایش تراکم کاشت، کاهش بروز بیماری‌ها و آفات و افزایش کمیت و کیفیت محصول نسبت به کشت خاکی موجب رویکرد تولیدکنندگان محصولات باغبانی به استفاده از این روش شده است (افشاری‌پور<sup>۲</sup> و روستا<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰؛ توزل<sup>۴</sup>

1. Marinou
2. Afsharipoor
3. Roosta
4. Tüzel

5. Majdi

رنگ میوه اثر معنی داری نداشت (آداک و گوبوک<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵). در مطالعه‌ی بسترهای کشت پرلیت، پرلیت و پیت ماس به نسبت (۱:۱)، پرلیت و ورمیکولیت به نسبت (۱:۱)، روی رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی، مشاهده شد که بستر کشت بر روی صفات وزن میوه، سطح برگ، قطر ساقه، ارتفاع گیاه، شاخص کلروفیل، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه اثر معنی داری داشته است (حاجی آقایی کامرانی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۳).

تراکم مناسب، موجب برخورداری بهینه از فضای کافی جهت گسترش شاخ و برگ برای دریافت نور شده و حجم مناسب ریشه‌ها در بستر، دریافت مواد غذایی و آب را تسهیل می‌کند (وردنک<sup>۴</sup> و همکاران، ۱۹۸۲). مخصوصاً رعایت تراکم کشت در فصل پاییز و زمستان به علت کاهش شدت نور از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. در پژوهشی توت فرنگی رقم سلوا در شرایط آب و هوایی کرج در سه تراکم ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع در سیستم هیدروپونیک در دو فصل پاییز و زمستان کشت شد. عملکرد در مترمربع در هر دو فصل در تراکم بالاتر بیشتر بود (سیدمرغکی و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهش دیگر اثر هشت تراکم مختلف توت‌فرنگی (۱۰/۸، ۱۱/۷، ۱۲/۷، ۱۴، ۱۶/۹، ۱۸/۳، ۲۰ و ۲۲ بوته در مترمربع) در کشت زمستانه

اشاره نمود. کوکوپیت دارای منشاء آلی، خلل و فرج و تهویه عالی، ظرفیت نگهداری آب بالا، دوام زیاد و پایداری فیزیکی بالا و pH مناسب است (احمد و گوئنسون<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰). این ماده از این جهت که می‌تواند کاتیون‌ها را جذب سطحی کرده و تثبیت کند از ظرفیت نگهداری مواد غذایی بالایی برخوردار می‌باشد. ولی به دلیل عدم تولید در کشور و واردات آن، قیمت آن مقداری بالا می‌باشد. پرلیت ماده‌ای معدنی و خنثی بوده و دارای ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی پایین، تخلخل بالا و در نتیجه تبادلات هوایی و گازی را برای ریشه گیاه به سهولت ایجاد می‌کند (نلسون، ۱۳۷۴). مخلوط این دو بستر در کشت هیدروپونیک می‌تواند مواد غذایی، آب و تهویه را بطور مطلوب در اختیار ریشه قرار دهد و در نتیجه رشد رویشی و عملکرد گیاه را بهبود نماید. با توجه به نوع بستر کشت و یا ترکیب آن در گیاهان نتایج متفاوتی حاصل شده است. در پژوهشی اثر بسترهای کاشت کوکوپیت، پیت، نسبت‌های کوکوپیت و سنگ آتشفشانی (۱:۱)، پیت و سنگ آتشفشانی (۱:۱)، پیت و کوکوپیت (۱:۱)، بر برخی صفات کمی و کیفی توت فرنگی رقم کاماروسا مطالعه شد. نتایج نشان داد که بیشترین قطر طوقه، تعداد برگ در بوته، سفتی میوه، مواد جامد محلول و عملکرد از بستر کشت کوکوپیت و سنگ آتشفشانی به نسبت (۱:۱) حاصل شد، اما بستر کشت بر عملکرد، زودرسی، ویتامین ث، اسیدپتیک قابل تیترو

2. Adak and Gubbuk  
3. Hajiaghahi Kamrani  
4. Verdonck

1. Ahmed and Gohnson

۲۵×۲۵ سانتی‌متر و حجم ۳/۵ لیتر از اواسط شهریور ماه تا اواخر فروردین سال بعد در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی انجام گرفت. حداقل و حداکثر دمای داخل گلخانه ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب و رطوبت نسبی ۵۰ الی ۷۰ درصد بود.

### تهیه بسترهای کشت

کوکوپیت استفاده شده، محصول کشور تایلند بود که قبل از مصرف به وسیله آب تمیز شستشو داده شد و به صورت توده‌ای نرم قابل استفاده درآمد. بدلیل اینکه کوکوپیت در مقایسه با سایر پیت‌ها سدیم و پتاسیم بالایی دارد، در نتیجه شستشو اولیه آن برای کاهش مقادیر سدیم لازم است و آبشویی آن تا رسیدن به EC برابر یک میلی‌موس بر سانتی‌متر، انجام شد (نوگوئرا<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین از پرلیت با دانه‌های ریز استفاده گردید که پس از شستشوی اولیه (برای کاهش فلورید) بکار برده شد. بعد از اختلاط بستر با نسبت‌های مشخص، خصوصیات فیزیکی آنها اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

### تهیه محلول‌های غذایی و سیستم تغذیه

محلول‌های غذایی با عناصر ماکرو و میکرو با غلظت نهایی طبق جدول ذیل بر حسب ppm تهیه شد (پارانچپ و همکاران، ۲۰۰۳b). محلول پایه در

بررسی شد. نتایج نشان داد که بین تراکم‌های ۱۰/۸ تا ۱۶/۹ بوته در مترمربع از نظر عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، در حالی که در تراکم‌های ۱۸/۳ تا ۲۲ بوته در مترمربع با افزایش تراکم، عملکرد بصورت خطی افزایش یافت (پارانچپ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۳a). در کشت بدون خاک فلفل، با افزایش تراکم کشت، عملکرد در متر مربع افزایش و بریکس میوه کاهش یافت (مابوکو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۲).

هدف از اجرای این پژوهش تعیین مناسب‌ترین نوع بستر کشت، مشخص نمودن تراکم مناسب کشت توت‌فرنگی رقم سلوا با توجه به محدودیت شدت و مدت نور در فصل پاییز و زمستان در منطقه آذربایجان غربی و بررسی اثرات متقابل این دو فاکتور جهت نیل به عملکرد و کیفیت مطلوب بود.

## مواد و روش‌ها

### نوع و محل اجرای آزمایش

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با فاکتورهای نوع بستر کاشت شامل کوکوپیت، پرلیت، نسبت‌های کوکوپیت و پرلیت (۱:۱)، کوکوپیت و پرلیت (۱:۳)، کوکوپیت و پرلیت (۳:۱) و تراکم کاشت در دو تراکم ۱۰ و ۲۰ بوته در متر مربع با ۴ تکرار انجام شد. آزمایش روی رقم سلوا به صورت کشت در گلدان‌های یونولیتی به ابعاد

1. Paranjpe  
2. Maboko

3. Noguera

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی بسترهای مورد استفاده

بستر	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر)	خلل و فرج (درصد)	آب قابل دسترس (درصد وزنی)	هوای قابل دسترس (درصد حجمی)
کوکوپیت	۰/۰۸	۹۳	۶۹	۲۴
پرلیت	۰/۱۶	۸۵	۴۵	۴۰
کوکوپیت و پرلیت (۱:۱)	۰/۱۳	۸۹	۵۷	۳۲
کوکوپیت و پرلیت (۱:۳)	۰/۱۱	۹۱	۶۳	۲۸
کوکوپیت و پرلیت (۳:۱)	۰/۱۴	۸۷	۵۱	۳۶

### اندازه‌گیری صفات و آنالیز داده‌ها

صفات مطالعه شده شامل تعداد برگ در بوته، تعداد طوقه در بوته، سطح برگ در بوته، تعداد گل در بوته، تعداد میوه در بوته، طول ریشه، تعداد روز تا گل دهی، وزن میوه، شاخص کلروفیل، درصد ماده خشک اندام‌های هوایی، درصد ماده خشک ریشه، درصد ماده خشک میوه، مواد جامد محلول میوه، pH میوه، ویتامین ث میوه، اسیدیته قابل تیتر میوه، عملکرد تک بوته و عملکرد در مترمربع بود. برای تعیین سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج (اسکن) لیزری مدل ADC، کلروفیل برگ از کلروفیل‌متر مدل SPAD-502 ژاپنی، بریکس میوه از رفرکتومتر دستی مدل ATAGO, Brix0-62% استفاده شد. میزان اسیدیته قابل تیتر به روش تیتراسیون بر حسب درصد اسید سیتریک (اسید غالب در توت‌فرنگی) و همچنین ویتامین ث نیز با روش تیتراسیون محاسبه گردید (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۰). تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

قالب سه محلول مادری A، B و C تهیه شدند. محلول مادری A شامل نیترات کلسیم، محلول مادری B شامل نیترات آمونیوم، منو پتاسیم فسفات، سولفات پتاسیم و محلول مادری C شامل عناصر میکرو بودند. جهت تنظیم pH از اسید نیتریک ۰/۲ نرمال استفاده شد. pH در محدوده ۵/۸ و EC در محدوده ۱/۵ میلی موس بر سانتی‌متر به کمک pH/EC/TDS متر مدل HANNA-HI9812 تنظیم شد.

جهت تغذیه از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شد. حجم محلول مصرفی با توجه به مرحله رشد و شرایط دمایی و میزان نور از ۴۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌لیتر، برای هر گلدان در روز بود. محلول‌دهی بصورت اتوماتیک روزانه در ۳ نوبت صورت گرفت. برای جلوگیری از تجمع نمک در طول دوره رشد، هر ۱۰ روز یکبار با حدود یک لیتر آب که pH آن روی ۶ تنظیم می‌شد، بسترها شستشو می‌شدند (کیدلرین<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۵). غلظت‌های عناصر غذایی موجود در محلول‌های غذایی در جدول ۲ نشان داده شده است.

1. Cid-Ballarín

جدول ۲- غلظت نهایی عناصر غذایی موجود در محلول‌های غذایی (ppm)

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Mn	Cu	Zn	Mo
۵۵	۱۰	۸۲	۸۵	۱۰۰	۴۰	۵۶	۲/۸	۰/۶	۰/۴	۰/۰۱	۰/۲	۰/۰۳

عملکرد تراکم ۱۰ بوته تقریباً دو برابر عملکرد ۲۰ بوته در مترمربع می‌باشد، با توجه به اینکه اجزای عملکرد تک بوته را تعداد میوه در بوته و وزن میوه تشکیل می‌دهد در نتیجه در این مطالعه افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد میوه بوده نه وزن میوه، چون وزن میوه در دو تراکم اختلاف معنی‌داری با هم نداشته است. در عملکرد در مترمربع چون علاوه بر اجزای عملکرد تک بوته، تعداد بوته نیز دخیل بوده است در نتیجه دو برابری تراکم بوته در تراکم ۲۰ بوته سبب افزایش عملکرد در مترمربع شده است، البته افزایش عملکرد در مترمربع تراکم ۲۰ بوته نسبت به ۱۰ بوته معنی‌دار نبوده است و میانگین این عملکرد برای دو تراکم ۱۰ و ۲۰ بوته به ترتیب ۱/۴۴ و ۱/۵۵ کیلوگرم در مترمربع ثبت شد. پارانچپ و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ی اثر فاصله بین ردیف (۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰ و ۶۵ سانتی‌متر) و فاصله بین بوته (۱۷/۵ و ۳۵ سانتی‌متر) بر توت‌فرنگی رقم Sweet Charlie در بستر کشت پوست درخت کاج، نتیجه گرفتند که عملکرد، بازارپسندی و تعداد میوه در بوته در فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متری نسبت به فواصل دیگر کاهش معنی‌داری داشت. صفات زودرسی،

نمودارها با نرم افزار Excel رسم گردیدند.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که تراکم کشت، اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد برگ، سطح برگ، تعداد طوقه، تعداد گل و تعداد میوه در بوته، تعداد روز تا گل‌دهی، بریکس میوه، pH میوه، عملکرد بوته و در سطح احتمال ۵٪ بر درصد ماده خشک ریشه داشته است. نتایج جدول ۴ و اشکال A تا F نشان داد که با کاهش تراکم بوته از ۲۰ بوته به ۱۰ بوته در مترمربع، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد طوقه، تعداد گل و تعداد میوه در بوته، درصد ماده خشک ریشه، بریکس میوه، pH میوه، عملکرد بوته افزایش و تعداد روز تا گل‌دهی کاهش معنی‌داری نشان داده‌اند. با توجه به اینکه آزمایش در طول فصولی با شدت نور کم انجام شد، در نتیجه کاهش تراکم و افزایش فضای بیشتر باعث جذب بهتر نور شده، همچنین کاهش تراکم در محیط رشد ریشه، موجب جذب بهتر مواد غذایی شده و مجموعه این دو عامل شدت فتوسنتز را بهبود بخشیده و رشد رویشی، عملکرد و حتی صفات کیفی بریکس و pH میوه را تحت تاثیر قرار داده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که اختلاف عملکرد بوته در دو تراکم بسیار زیاد بوده و

بازارپسندی، قطر طوقه و تعداد برگ در بوته در فاصله بین بوته ۳۵ سانتی‌متری بیشتر از فاصله ۱۷/۵ سانتی‌متری بود، عملکرد کل و زودرسی با افزایش تراکم کاشت افزایش یافتند.

نوع بستر کشت بر سطح برگ، درصد ماده خشک اندام‌های هوایی و ریشه، تعداد ریشه در بوته، بریکس میوه، اسیدیته قابل تیترا میوه، عملکرد تک بوته و عملکرد در متر مربع اثر معنی‌داری داشت. جدول ۴ نشان می‌دهد که کمترین سطح برگ در بوته از بستر پرلیت خالص حاصل شده است و کاهش معنی‌داری نسبت به کوکوپیت و ترکیب این دو داشته است. بیشترین سطح برگ از بستر کوکوپیت مشاهده شده است. با توجه به اینکه سطح برگ در بوته از تعداد برگ و اندازه سطح هر برگ تشکیل شده است و تعداد برگ اختلاف معنی‌داری نداشته است، می‌توان نتیجه گرفت که بستر کشت بیشتر بر اندازه سطح برگ اثر گذاشته است. بستر کوکوپیت به علت داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و نگهداری آب بیشتر، رشد بهتری را در مقایسه با بستر پرلیت تامین می‌نماید و در نتیجه اندازه سطح برگ بزرگ شده است. بیشترین مقدار درصد ماده خشک ریشه در پرلیت خالص مشاهده شد. با توجه به اینکه پرلیت به عنوان بستر کشت، آب قابل دسترس کمتری دارد در نتیجه گیاه مجبوراً برای جذب آب، تولید ریشه‌های بیشتر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تر می‌نماید و متعاقباً تعداد ریشه و درصد ماده خشک ریشه افزایش می‌یابد. بریکس

میوه در بسترهایی که کوکوپیت وجود داشت، بالاتر بود. همچنین اسیدیته قابل تیترا میوه در بستر کوکوپیت خالص بیشتر از بسترهای دیگر ثبت گردید. بالاترین عملکرد با ۱/۸۷ کیلوگرم در مترمربع از کوکوپیت خالص حاصل شد، هر چند که با ترکیبات کوکوپیت و پرلیت (۱:۱) و کوکوپیت و پرلیت (۱:۳) اختلاف معنی‌داری نداشت. در این مورد می‌توان بیان نمود که کوکوپیت به علت داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و نگهداری آب بیشتر، در جذب مواد غذایی و آب توسط گیاه بهتر عمل نموده و رشد و عملکرد بالاتری را سبب شده است. در مطالعه‌ی اثر چند بستر کشت بر گوجه‌فرنگی، ثابت شد که عملکرد گوجه‌فرنگی در بسترهای معدنی نسبت به بسترهای آلی کمتر می‌باشد (آیکدا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین در مطالعه دیگر، عملکرد توت‌فرنگی در دو بستر کوکوپیت و پوست کاج تفاوت معنی‌داری نشان نداد (کنتلیف<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷).

اثر متقابل تراکم بوته و بستر کشت بر صفات تعداد طوقه در بوته، درصد ماده خشک اندام‌های هوایی، تعداد ریشه در بوته، درصد ماده خشک ریشه، بریکس میوه و ویتامین ث معنی‌دار بود. همچنانکه از شکل A قابل مشاهده است، بیشترین تعداد طوقه در بوته از بستر کوکوپیت و کوکوپیت و پرلیت (۱:۱) با ۱۰ بوته در متر مربع حاصل شد. بیشترین ماده خشک

1. Ikeda  
2. Cantliffe

اندام‌های هوایی از کوکوپیت و پرلیت (۳:۱) با ۲۰ بوته به دست آمده است (شکل B). این ترکیب از درصد پرلیت بالایی برخوردار می‌باشد و با توجه به اینکه پرلیت مقدار رطوبتی که در اختیار گیاه قرار می‌دهد، نسبت به کوکوپیت کم می‌باشد و از طرفی تراکم بالای گیاه در این ترکیب تیماری می‌تواند یکی از علت‌های جذب کمتر رطوبت توسط گیاه باشد. در نتیجه مجموعه این عوامل باعث کمتر شدن رطوبت و بالا رفتن درصد ماده خشک در اندام‌های هوایی شده است. در پژوهشی مشابه که توسط آذریان و قزوینی (۱۳۸۴) انجام شد، بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی توت‌فرنگی در بسترهای پرلیت + زئولیت با نسبت‌های (۷۵ : ۲۵) و (۵۰ : ۵۰) بدست آمد. تعداد ریشه در بوته در کوکوپیت و پرلیت (۳:۱) با تراکم ۱۰

بوته در مترمربع بیشتر از تیماری‌های ترکیبی دیگر بوده است (اشکال E و F).

بوته در مترمربع بیشتر از تیماری‌های ترکیبی دیگر بوده است (شکل C). بالاترین درصد ماده خشک ریشه از پرلیت خالص با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع ثبت شده است (شکل D). در این مورد نیز می‌توان بیان نمود که به دلیل ظرفیت کم پرلیت در جذب و نگهداری رطوبت و عناصر غذایی و از طرف دیگر فضای زیاد در بستر رشد به علت تراکم کم گیاه، جهت جذب بهتر این عوامل، سیستم ریشه‌ای خود را تقویت نموده و متعاقباً درصد ماده خشک ریشه بالا رفته است. بریکس میوه در بستر کوکوپیت و پرلیت (۳:۱) با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع و ویتامین ث در تیمار پرلیت خالص با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بیشتر از تیماری‌های ترکیبی دیگر بوده است (اشکال E و F).

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس صفات بررسی شده در توت فرنگی

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ در بوته	سطح برگ	شاخص کلروفیل	تعداد طوقه در بوته	درصد ماده خشک اندام های هوایی	تعداد ریشه در بوته	طول ریشه	درصد ماده خشک ریشه	تعداد گل در بوته
تراکم کشت	۱	۱۳/۲۴**	۱۷۲۰/۱۶**	۰/۰۶ <sup>NS</sup>	۰/۸۳**	۳/۴ <sup>NS</sup>	۴۲/۶۲ <sup>NS</sup>	۱۸/۴۵ <sup>NS</sup>	۳۵/۰۱*	۰/۷۴**
نوع بستر	۴	۳/۹ <sup>NS</sup>	۵۶۹۹۱*	۰/۸۳ <sup>NS</sup>	۰/۱۸ <sup>NS</sup>	۴/۳۹**	۱۰۴/۱۴**	۱/۳۵ <sup>NS</sup>	۲۸/۱۹**	۰/۰۴ <sup>NS</sup>
تراکم × نوع بستر	۴	۰/۸۶ <sup>NS</sup>	۱۸۶۴۵ <sup>NS</sup>	۱/۳۳ <sup>NS</sup>	۰/۲۷*	۵۶/۶**	۵۴/۳۴**	۴/۳۲ <sup>NS</sup>	۶۲/۱۱**	۰/۰۶ <sup>NS</sup>
اشتباه آزمایشی	۳۰	۱/۷۴	۱۸۵۳۶	۱/۱	۰/۰۷۶	۴۶/۵	۱۳/۴۶	۸/۳۶	۴/۷۷	۰/۰۲۱
ضریب تغییرات (%)		۱۴/۸	۲۰/۹	۲/۲	۲۰/۰۸	۱۰/۹۴	۱۴	۱۶/۵	۱۵/۲	۱۱/۵

\*\* و \* : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ / NS : غیر معنی‌دار



ادامه جدول ۳

میانگین مربعات										منابع تغییرات
درجه آزادی	تعداد روز تا گل دهی	تعداد میوه در بوته	وزن میوه	درصد ماده خشک میوه	بریکس میوه	pH میوه	ویتامین ث	اسیدیته قابل تیتر	عملکرد در متر مربع	
۱	۵۸۵/۳**	۰/۷۴**	۱/۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۱۱/۱**	۰/۳۲**	۳/۷۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۸۳**	تراکم کشت
۴	۸۰/۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۳/۰۷ <sup>ns</sup>	۱/۸۹ <sup>ns</sup>	۰/۶۰*	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>	۱/۸۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۰**	۰/۰۹۳*	نوع بستر
۴	۲۱/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۵۱ <sup>ns</sup>	۲/۱۷ <sup>ns</sup>	۱/۵**	۰/۰۲۱ <sup>ns</sup>	۳/۹۹*	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۱ <sup>ns</sup>	تراکم × نوع بستر
۳۰	۱۳/۵۴	۰/۰۲	۲/۷۱	۲/۳۲	۰/۲۰	۰/۰۲۷	۱/۳۶	۰/۰۰۳	۰/۰۲۷	اشتباه آزمایشی
(/)	۱۲/۲	۱۳/۴	۱۹/۸	۲۴/۴۲	۷/۷	۴/۳	۳/۳	۶/۷	۸/۳	ضریب تغییرات

\*\* و \* : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ / NS : غیر معنی‌دار

جدول ۴- اثر فاکتورهای مطالعه شده بر میانگین صفات توت فرنگی

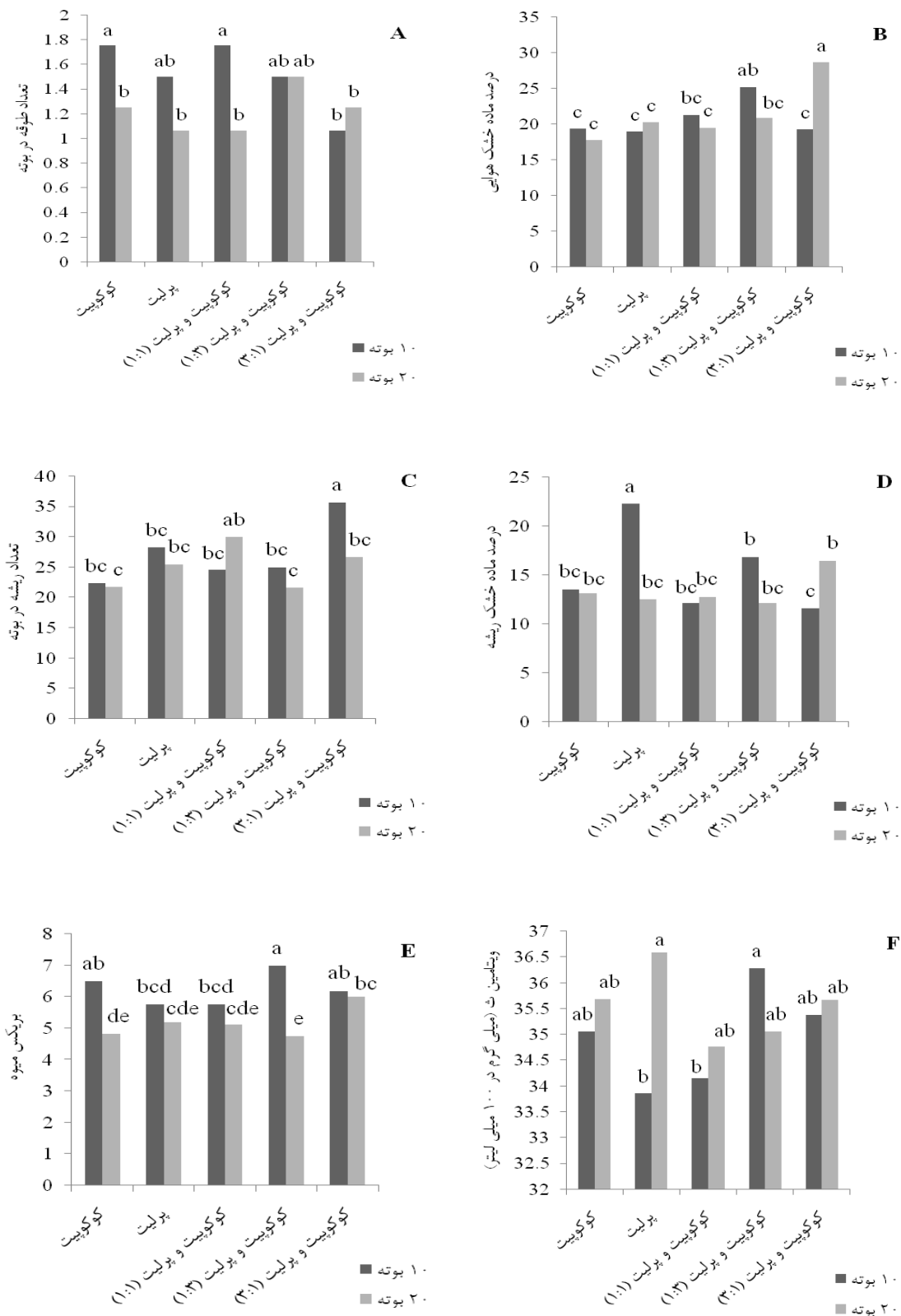
فاکتور	تعداد برگ در بوته	سطح برگ در بوته (cm <sup>2</sup> )	شاخص کلروفیل	طول ریشه (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد روز تا گل‌دهی	تعداد میوه در بوته
تراکم کشت							
۱۰ بوته در متر مربع	۹/۷ <sup>a</sup>	۷۱۵/۹ <sup>a</sup>	۴۷/۷ <sup>a</sup>	۱۸/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۵۶/۶ <sup>b</sup>	۱۷/۴ <sup>a</sup>
۲۰ بوته در متر مربع	۸/۱ <sup>b</sup>	۵۸۴/۸ <sup>b</sup>	۴۷/۸ <sup>a</sup>	۱۶/۸ <sup>a</sup>	۱۴ <sup>b</sup>	۶۴/۳ <sup>a</sup>	۹/۳ <sup>b</sup>
نوع بستر کشت							
کوکوپیت	۹/۹ <sup>a</sup>	۷۰۱/۹ <sup>a</sup>	۴۷/۶ <sup>a</sup>	۱۷/۴ <sup>a</sup>	۲۳ <sup>a</sup>	۶۰/۸ <sup>a</sup>	۱۵/۳ <sup>a</sup>
پرلیت	۸ <sup>a</sup>	۵۰۰/۱ <sup>b</sup>	۴۸/۱ <sup>a</sup>	۱۷/۵ <sup>a</sup>	۱۶/۶ <sup>a</sup>	۶۴ <sup>a</sup>	۱۱ <sup>a</sup>
کوکوپیت و پرلیت (۱:۱)	۸/۸ <sup>a</sup>	۶۸۰/۳ <sup>a</sup>	۴۷/۷ <sup>a</sup>	۱۷/۲ <sup>a</sup>	۲۲ <sup>a</sup>	۵۹/۱ <sup>a</sup>	۱۳/۴ <sup>a</sup>
کوکوپیت و پرلیت (۳:۱)	۹/۱ <sup>a</sup>	۶۸۴/۴ <sup>a</sup>	۴۷/۳ <sup>a</sup>	۱۸/۱ <sup>a</sup>	۱۸/۵ <sup>a</sup>	۶۲/۳ <sup>a</sup>	۱۴/۷ <sup>a</sup>
کوکوپیت و پرلیت (۱:۳)	۸/۷ <sup>a</sup>	۶۸۵ <sup>a</sup>	۴۷/۹ <sup>a</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	۲۰/۱ <sup>a</sup>	۶۰/۸ <sup>a</sup>	۱۲/۳ <sup>a</sup>

میانگین‌ها در هر ستون و برای هر فاکتور، که دارای حرف مشترک نمی‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.

ادامه جدول ۴

فاکتور	وزن میوه (گرم)	درصد ماده خشک میوه	pH میوه	اسیدیته قابل تیتر (درصد سیتریک اسید)	عملکرد در متر مربع (کیلوگرم)
تراکم کشت					
۱۰ بوته در متر مربع	۸/۵ <sup>a</sup>	۶/۲ <sup>a</sup>	۳/۹۵ <sup>a</sup>	۰/۷۶ <sup>a</sup>	۱۴۴/۱ <sup>a</sup>
۲۰ بوته در متر مربع	۸/۱ <sup>a</sup>	۶/۲ <sup>a</sup>	۳/۷۷ <sup>b</sup>	۰/۷۷ <sup>a</sup>	۱۵۵ <sup>a</sup>
نوع بستر کشت					
کوکوپیت	۹/۱ <sup>a</sup>	۵/۸ <sup>a</sup>	۳/۸۴ <sup>a</sup>	۰/۸۴ <sup>a</sup>	۱۳۸/۷ <sup>a</sup>
پرلیت	۷/۷ <sup>a</sup>	۵/۷ <sup>a</sup>	۳/۸۸ <sup>a</sup>	۰/۷۸ <sup>ab</sup>	۸۶/۹ <sup>c</sup>
کوکوپیت و پرلیت (۱:۱)	۸/۴ <sup>a</sup>	۶/۴ <sup>a</sup>	۳/۸۵ <sup>a</sup>	۰/۷۷ <sup>ab</sup>	۱۱۰/۹ <sup>abc</sup>
کوکوپیت و پرلیت (۳:۱)	۸/۵ <sup>a</sup>	۶/۶ <sup>a</sup>	۳/۸۳ <sup>a</sup>	۰/۷۲ <sup>b</sup>	۱۲۴/۳ <sup>ab</sup>
کوکوپیت و پرلیت (۱:۳)	۸ <sup>a</sup>	۶/۴ <sup>a</sup>	۳/۹ <sup>a</sup>	۰/۷۲ <sup>b</sup>	۹۴ <sup>bc</sup>

میانگین‌ها در هر ستون و برای هر فاکتور، که دارای حرف مشترک نمی‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.



اشکال A تا F - اثر متقابل تراکم و بستر کشت بر تعدادی از صفات مطالعه شده در توت‌فرنگی

## نتیجه گیری کلی

نموده است، لذا می‌توان بیان نمود با توجه به وارداتی بودن این ماده و قیمت نسبتاً بالای آن در صورت توجیه اقتصادی به طور خالص یا مخلوط با بسترهای کشت دیگر مورد استفاده قرار گیرد و یا از مواد آلی دیگر که در کشور تولید می‌شود به عنوان جایگزین این ماده استفاده گردد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با توجه به عملکرد میوه، افزایش تراکم تا ۲۰ بوته در مترمربع به منظور حداکثر استفاده از فضای گلخانه در آذربایجان غربی در فصول پاییز و زمستان مقدور بوده و افزایش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. وجود کوکوپیت در بستر کشت افزایش معنی‌داری را در عملکرد ایجاد

## منابع

- آذریان، ح. و قزوینی، ر. ۱۳۸۴. بررسی وضعیت نوری و دریافت محلول غذایی بر گل‌دهی توت‌فرنگی کامروسا در سیستم عمودی هیدرو پونیک. چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران، ص ۲۲۶.
- جبارزاده، ج. ۱۳۸۴. بررسی اثرات محلول‌های غذایی با ECهای متفاوت در بسترهای مختلف بر کمیت و کیفیت رز رقم نابلوس در سیستم کشت بدون خاک. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۶ صفحه.
- رسول‌زادگان، ی. ۱۳۷۰. میوه‌کاری در مناطق معتدله. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷۵۹ صفحه.
- رنجبر، ر.، عشقی، س. و رستمی، م. ۱۳۹۰. اثر محلول پاشی سولفات نیکل و اوره بر رشد زایشی و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم پاجارو (*Fragaria ananassa* Duch. cv. Pajaro). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۷: ۴۱-۴۸.
- سیدمرغی، ا.، عبادی، ع. و بابالار، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر سطوح پتاسیم محلول غذایی، تراکم کشت و فصل برداشت بر کیفیت و کمیت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک. نشریه علوم باغبانی ایران، ۴۴ (۴): ۴۲۳-۴۲۹.
- قائمی، م.، بخش کلارستاقی، ک. و نبوی، م. ۱۳۸۸. مقایسه چند بستر کاشت در خواص کمی خیار گلخانه‌ای رقم نگین در روش آبکشت. مجله یافته‌های نوین کشاورزی، ۲: ۱۶۶-۱۵۷.
- کاشی، ع. و حکمتی، ج. ۱۳۷۰. پرورش توت‌فرنگی. انتشارات واژه. تهران، ۱۰۹ صفحه.
- نلسون، پ. ۱۳۷۴. مدیریت گلخانه، ترجمه واحد انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران، جلد اول. انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران. ۴۸۳ صفحه.
- Adak, N. and Gubbuk, H. 2015. Effect of planting systems and growing media on earliness, yield and quality of strawberry cultivation under soilless culture. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1): 204-209.
- Afsharipoor, S. and Roosta, H.R. 2010. Effect of different planting beds on growth and development of strawberry in hydroponic and aquaponic cultivation systems. *Plant Ecophysiology*, 2: 61-66.
- Ahmed, A. and Gohnson, K. 2000. Growing Australian native edible plants using hydroponic techniques. *Acta Horticulturae*, 511: 225-231.

- Cantliffe, D.J., Castellanos, J.Z. and Paranjpe, A.V. 2007. Yield and quality of greenhouse-grown strawberries as affected by nitrogen level in coco coir and pine bark media. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 120: 157-161.
- Cid-Ballarín, M.C, Socorro-Monzón, A.R. and Zieslin, N. 1995. Changes in nutrient solution caused by volcanic cinder media of soilless greenhouse roses. In the Canary Islands. *Acta Horticulturae*, 424: 107-110.
- Hajiaghahi Kamrani, M., Khoshvaghti, H. and Hosseiniya, H. 2013. Effects of salinity and hydroponic growth media on growth parameters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *International Journal of Agronomy & Plant Production*, 4(10): 2694-2698.
- Ikeda, H., Tan, X., Ao, Y. and Oda, M. 2001. Effects of soilless medium on the growth and fruit yield of tomatoes supplied with urea and/or nitrate. *Acta Horticulturae*, 548:157-164.
- Maboko, M.M., Plooy, C.P.D. and Chiloane, S. 2012. Effect of plant population, stem and flower pruning on hydroponically grown sweet pepper in a shadenet structure. *African Journal of Agricultural Research*, 7(11): 1742-1748.
- Majidi, M., Ahmadizadeh, Y. and Ebrahimi, R. 2012. Effect of different substrates on growth indices and yield of green peppers at hydroponic cultivate. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 4(4): 496-499.
- Marinou, E., Chrysargyris, A. and Tzortzakis, N. 2013. Use of sawdust, coco soil and pumice in hydroponically grown strawberry. *Plant, Soil and Environment*, 59(10): 452-459.
- Noguera, P., Abad, M., Noguera, V., Puchades, R. and Maquieira, A. 2000. Coconut coir waste, a new and viable ecologically friendly peat substitute. *Acta Horticulturae*, 517: 279-286.
- Paranjpe, A.V., Cantliffe, D.J., Lamb, E.M., Stoffella, P.J. and Charles, P. 2003a. Plant density effects fruit yield and quality of greenhouse strawberry grown in under pesticide-free conditions. *Hortscience*, 38, 658.
- Paranjpe, A.V., Cantliffe, D.J., Lamb, E.M., Stoffella, P.J. and Powell, C.A. 2003a. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 116: 98-105.
- Paranjpe, A.V., Cantliffe, D.J. Stoffella, P.J., Lamb, E.M. and Powell, C.A. 2008. Relationship of plant density to fruit yield of 'Sweet Charlie' strawberry grown in a pine bark soilless medium in a high-roof passively ventilated greenhouse. *Scientia Horticulturae*, 115: 117-123.
- Tüzel, I.H., Tüzel, Y., Gül, A., Meriç, M.K., Yavuz, O. and Eltez, R.Z. 2001. Comparison of open and closed systems on yield, water and nutrient consumption and their environmental impact. *Acta Horticulturae*, 554: 221-228.
- Verdonck, O., De Vleeschauwer, D. and De Boodt, M. 1982. The influence of the substrates to plant growth. *Acta Horticulturae*, 126: 251-258.

## **Effect of plant density and culture medium on quantitative and qualitative characteristics of strawberry cv. Selva in hydroponic cultivation**

**Abdollahi Mashhadi Jafarlou<sup>1</sup>, Mashhid Henareh\*<sup>2</sup> and Abbas Samadi<sup>3</sup>**

1. Expert, Agriculture Jihad organization of West Azerbaijan, Urmia, Iran.
2. Member of the scientific board, West Azarbijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran.
3. Professor, Department of Soilsscience, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

(Received: 10, Jan. 2016 - Accepted: 26, April. 2016)

### **Abstract**

In order to study the effected plant density and substrate medium on growth, yield and qualitative charactersstics of strawberry cv. Selva, an experiment was conducted in greenhouse of West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Iran. This stuay was conducted in a factorial experiment based on completely randomized design with 4 replications. Studied factors in this research were included plant density (10 and 20 plants per m<sup>2</sup>) and substrate medium contains: coco coir, perlite, coco coir + perlite (1:1), coco coir + perlite (3:1) coco coir + perlite (1:3). Results indicated that the number of leaves, crowns, flowers and fruits per plant, leaf area, TSS and pH of fruit juice, dry weight of root and yield per plant in 10 plants per m<sup>2</sup> were higher than 20 plants per m<sup>2</sup> and the number of days to flowering showed a significant decrease. The two plant densities did not have significant difference in yield per m<sup>2</sup>. Substrate medium had a significant effect on leaf area, numbers of roots per plant, dry weight of shoot and root, TSS and TA and yield per m<sup>2</sup>. The most and least yield per m<sup>2</sup> with 1.87 and 1.17 kg were recorded in coco coir and perlite respectively.

**Key words:** Coco coir, Soilless culture, Perlite, Yield

---

\* Corresponding author:

Email: mashhid\_henareh@yahoo.com